DMM modular USB Keysight U2741A

Guia do usuário

Aviso: Este documento contém informações sobre a Agilent. Note que os negócios de Teste e Medição da Agilent se tornarão Keysight Technologies. Para mais informações, acesse: **www.keysight.com.br**

Avisos

Número de peça do manual

U2741-90005

Edição

Edição 8, janeiro 2015

Keysight Technologies
1400 Fountaingrove Parkway
Santa Rosa, CA 95403

Reconhecimento de marcas comerciais

Pentium é uma marca comercial registrada da Intel Corporation nos Estados Unidos.

Microsoft, Visual Studio, Windows e MS Windows são marcas comerciais da Microsoft Corporation nos Estados Unidos e em outros países.

Garantia

O material contido neste documento é fornecido "como está" e está sujeito a alterações sem aviso em edições futuras. Além disso, até onde permitido pela lei aplicável, a Keysight se isenta de qualquer garantia, seja expressa, seja implícita, relacionada a este manual e às informações aqui contidas, incluindo as garantias implícitas de comercialização e adequação a um propósito em particular, mas não se limitando a estas. A Keysight não deve ser responsabilizada por erros ou por danos incidentais ou conseqüentes relacionados ao suprimento, uso ou desempenho deste documento ou das informações aqui contidas. Caso a Keysight e o usuário tenham um outro acordo por escrito com termos de garantia que cubram o material deste documento e sejam conflitantes com estes termos, devem prevalecer os termos de garantia do acordo em separado.

Licenças de tecnologia

O hardware e/ou o software descritos neste documento são fornecidos com uma licença e podem ser usados ou copiados apenas em conformidade com os termos de tal licença.

Legenda sobre direitos restritos

Direitos restritos do governo dos EUA. Os direitos de software e de dados técnicos concedidos ao governo federal incluem apenas aqueles direitos normalmente concedidos ao usuários finais. A Keysight fornece essa licença comercial costumeira do software e dos dados técnicos conforme a FAR 12.211 (dados técnicos) e 12.212 (software de computador) e, para o Departamento de Defesa, a DFARS 252.227-7015 (dados técnicos – itens comerciais) e DFARS 227.7202-3 (direitos sobre software comercial de computador ou documentação de software de computador).

Avisos de segurança

CUIDADO

CUIDADO indica perigo. Ele chama a atenção para um procedimento, prática ou algo semelhante que, se não for corretamente realizado ou cumprido, pode resultar em avarias no produto ou perda de dados importantes. Não prossiga após uma indicação de **CUIDADO** até que as condições indicadas sejam completamente compreendidas e atendidas.

AVISO

AVISO indica perigo Ele chama a atenção para um procedimento, prática ou algo semelhante que, se não for corretamente realizado ou cumprido, pode resultar em ferimentos pessoais ou morte. Não prossiga após um AVISO até que as condições indicadas sejam completamente compreendidas e atendidas.

Símbolos de segurança

Os seguintes símbolos no instrumento e na documentação indicam precauções que devem ser tomadas para a operação segura do instrumento.

Símbolo	Descrição	Símbolo	Descrição
	Corrente contínua (CC)		Desligada (fonte)
	Corrente alternada (CA)		Ligada (fonte)
	Correntes contínua e alternada		Cuidado, risco de choque elétrico
3	Corrente alternada de três fases		Cuidado, perigo (consulte este manual para obter informações específicas sobre as notas de Aviso e Cuidado)
	Terminal terra		Cuidado, superfície quente
	Terminal condutor de proteção		Posição para fora de controle biestável de apertar
	Terminal de quadro ou chassi		Posição para dentro de controle biestável de apertar
	Eqüipotencialidade	CAT II 300 V	Proteção contra sobretensão de 300V categoria II
	Equipamento inteiramente protegido com isolamento duplo ou isolamento reforçado		

Informações gerais de segurança

AVISO

- **Não use o dispositivo se ele estiver danificado. Antes de usar o dispositivo, inspecione a caixa. Procure rachaduras ou plásticos faltando. Não opere o dispositivo em ambientes com gás, vapor ou poeira explosivos.**
- **Sempre use o dispositivo com os cabos fornecidos.**
- **Observe todas as indicações no dispositivo antes de estabelecer qualquer conexão.**
- **Desligue o dispositivo e o sistema de alimentação antes de conectar os terminais de E/S.**
- **Quando fizer manutenção do dispositivo, utilize apenas peças de reposição especificadas.**
- **Não opere o dispositivo com a tampa solta ou fora do lugar.**
- **Para evitar riscos, use somente o adaptador de alimentação fornecido pelo fabricante.**

CUIDADO

- Se o dispositivo for usado de uma forma não especificada pelo fabricante, sua proteção estará comprometida.
- Use sempre um pano seco para limpar o dispositivo. Não use álcool etílico nem qualquer outro líquido volátil para limpá-lo.
- Não permita que algo bloqueie os orifícios de ventilação do dispositivo.

Condições ambientais

Este instrumento foi projetado para uso em áreas internas com baixa condensação. A tabela abaixo mostra os requisitos ambientais gerais do instrumento.

Condições ambientais	**Requisitos**
Temperatura de operação	0 °C a 50 °C
Umidade durante a operação	Umidade relativa de 20% a 85% sem condensação
Temperatura de armazenamento	-20 °C a 70 °C
Umidade durante o armazenamento	Umidade relativa de 5% a 90% sem condensação

CUIDADO

A U2741A Multímetro USB digital modular está em conformidade com os requisitos EMC e de segurança listados a seguir.

- IEC 61010-1:2001/EN61010-1:2001 (2nd Edition)
- Canadá: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04
- EUA: ANSI/UL 61010-1:2004
- IEC 61326-2002/EN 61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003
- Canadá: ICES-001:2004
- Austrália/Nova Zelândia: AS/NZS CISPR11:2004

Marcações normativas

CE ISM 1-A	CE é marca registrada da Comunidade Européia. A marca CE mostra que o produto obedece a todas as diretrizes legais européias relevantes.	N10149	O sinal de certo é uma marca registrada da Spectrum Management Agency (Entidade de Controle de Espectro), um órgão australiano. Significa conformidade com as regulamentações de EMC da Austrália, sob os termos da Lei de Radiocomunicação de 1992.
ICES/NMB-001	ICES/NMB-001 indica que esse dispositivo ISM está em conformidade com o ICES-001 canadense. Cet appareil ISM est confomre a la norme NMB-001 du Canada.		Este instrumento está em conformidade com os requisitos de marcação da Diretiva WEEE - 2002/96/EC. A etiqueta afixada no produto indica que esse produto eletroeletrônico não deve ser jogado no lixo doméstico.
C US	A marca CSA é uma marca registrada da Canadian Standards Association (Associação Canadense de Padronização).		

Diretiva Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE, Descarte de equipamentos elétricos e eletrônicos) 2002/96/EC

Este instrumento está em conformidade com os requisitos de marcação da Diretiva WEEE - 2002/96/EC. A etiqueta afixada no produto indica que esse produto eletroeletrônico não deve ser jogado no lixo doméstico.

Categoria do produto:

De acordo com os tipos de equipamento apresentados na Diretiva WEEE, Anexo 1, este produto é classificado como “Instrumento de Monitoramento e Controle”.

A etiqueta afixada no produto é exibida a seguir.

Não jogue no lixo doméstico

Se não quiser mais o instrumento, entre em contato com a Keysight Technologies ou acesse:

www.keysight.com/environment/product

para obter mais informações.

Neste guia...

1 Passos iniciais

Este capítulo propicia uma visão geral do Multímetro digital modular USB U2741A, a aparência do produto, suas dimensões e layout. Este capítulo contém instruções sobre instalação e configuração para começar a operar o U2741A.

2 Operação e recursos

Neste capítulo você poderá aprender mais sobre as operações e os recursos oferecidos pelo U2741A.

3 Tutorial de medição

Neste capítulo você aprenderá as causas mais comuns de erros nas medidas e como minimizar ou eliminar esses erros.

4 Características e especificações

Este capítulo apresenta as características e as especificações da U2741A.

Declaração de Conformidade (DoC)

A Declaração de Conformidade (DoC) deste instrumento está disponível no site da web. Você pode procurar o DoC usando o modelo ou a descrição do produto.

http://www.keysight.com/go/conformity

NOTA

Se você não conseguir localizar o DoC correto, entre em contato com o seu representante Keysight local.

Conteúdo

Lista de figuras

Lista de tabelas

1
Passos iniciais

Introdução

O Keysight Multímetro digital modular USB U2741A é um DMM de 5½-dígitos que pode operar de forma independente ou como unidade modular se usado em um chassi.

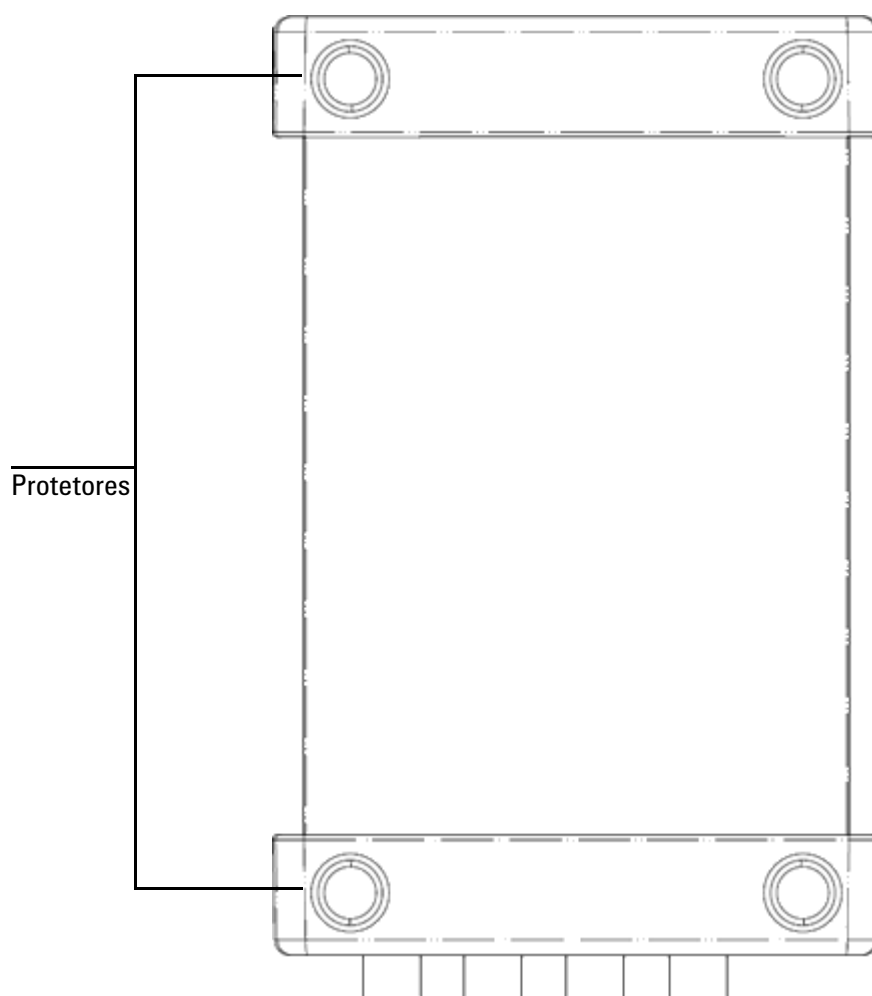
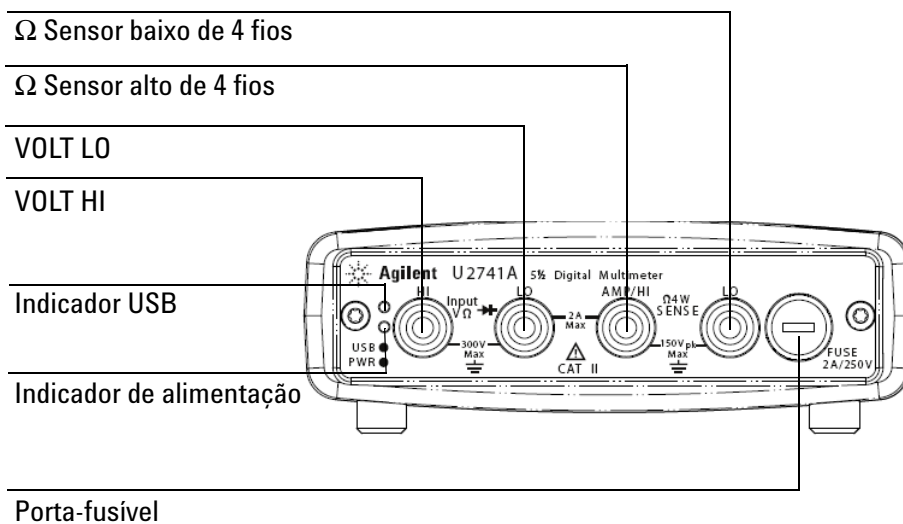
U2741A pode fazer as seguintes medições:

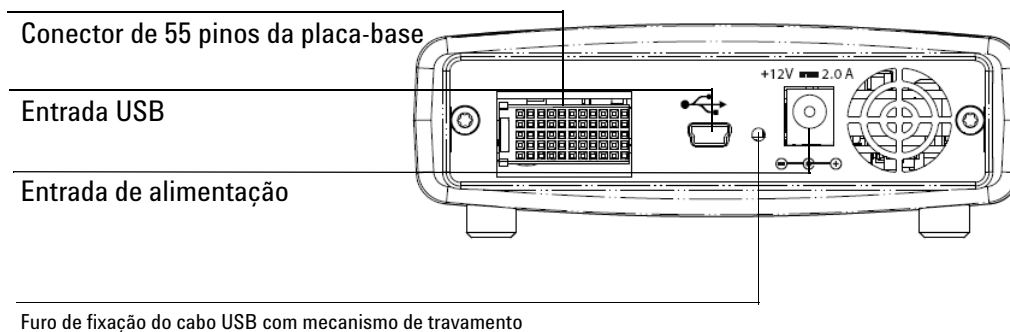
- Volts CC
- Volts CA
- Corrente CC
- Corrente CA
- Resistência
- Teste de diodo
- Teste de continuidade
- Temperatura

O U2741A é controlado remotamente através de uma interface USB pelo software Keysight Measurement Manager (KMM). O U2741A também pode ser programado por meio dos drivers fornecidos ou por comandos SCPI (comandos de controle de instrumentos) no aplicativo.

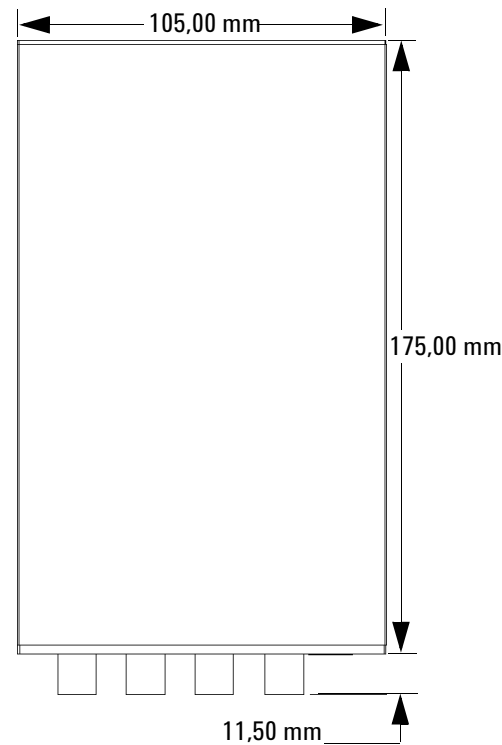
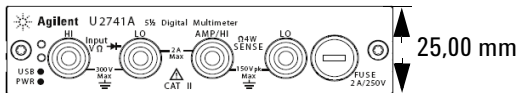
Visão rápida do produto

Aparência do produto

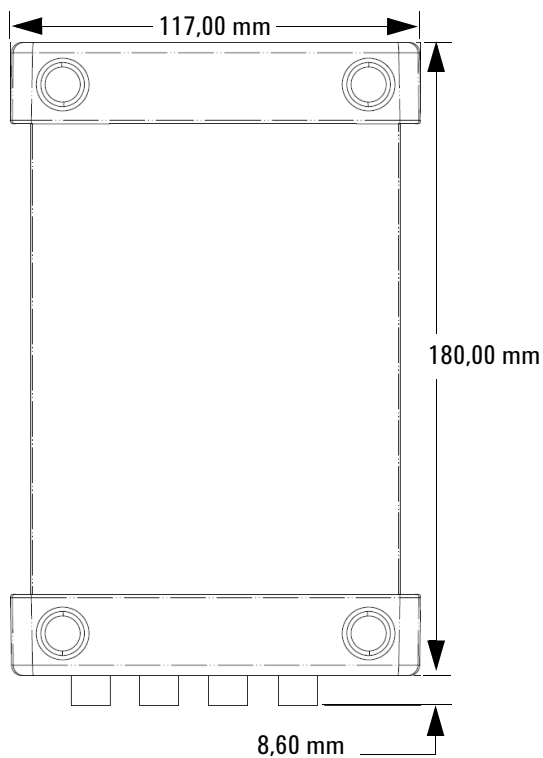
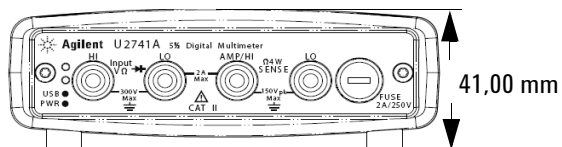
Vista superior

Vista frontal

Vista traseira

Dimensões do equipamento

Dimensões sem protetores

Vista superior

Vista frontal

Dimensões com protetores

Vista superior

Vista frontal

Itens de compra-padrão

Verifique se você recebeu os itens listados a seguir junto com a unidade. Se algo estiver faltando ou danificado, entre em contato com o escritório de vendas mais próximo da Keysight.

- ✔ Adaptador CA/CC de 12 V, 2 A
- ✔ Cabo de alimentação
- ✔ Ponta de teste padrão
- ✔ Cabo de interface USB padrão A para Mini-B
- ✔ Kit de montagem em L (usado com o chassi modular de instrumentos)
- ✔ Keysight Automation-Ready CD (contém o Keysight IO Libraries Suite)
- ✔ Guia de início rápido dos sistemas e produtos modulares USB da Keysight
- ✔ DVD-ROM de referência dos sistemas e produtos modulares USB da Keysight
- ✔ Cartão de referência rápido de gerenciamento de medidas da Keysight
- ✔ Certificado de calibração

Inspeção e manutenção

Inspeção inicial

Ao receber a unidade U2741A, inspecione-a e procure danos óbvios, como terminais quebrados ou rachaduras, mossas e arranhões que possam ter ocorrido durante o transporte.

Se for encontrado algum dano, notifique imediatamente o escritório de vendas da Keysight mais próximo. A parte inicial deste manual contém as informações da garantia.

Guarde a embalagem original caso a unidade U2741A tenha de ser devolvida à Keysight no futuro. Se você devolver a U2741A para reparo, afixe uma etiqueta identificando o proprietário e o número do modelo. Também inclua uma breve descrição do problema.

Verificação elétrica

Para conhecer os procedimentos de teste, consulte o *Guia de serviços do DMM modular USB U2741A da Keysight.*Os procedimentos verificam, com alto grau de confiança, se U2741A está operando de acordo com as especificações.

Manutenção geral

Manutenção geral

NOTA Reparos não cobertos nos manuais do produto modular só devem ser realizados por pessoas qualificadas.

1. Desligue a alimentação do módulo e remova os cabos de alimentação e de E/S do equipamento.
2. Retire o módulo da proteção.
3. Tire toda a poeira acumulada no módulo.
4. Limpe o módulo com um pano seco e recoloque a proteção.

Instalação e configuração

Siga as instruções passo a passo descritas no *Guia de início rápido dos sistemas e produtos modulares USB da Keysight* para se familiarizar com as preparações e instalações do U2741A.

NOTA

É preciso instalar o driver IVI-COM para usar o U2741A com Keysight VEE Pro, LabVIEW ou Microsoft ®Visual Studio® .

Configuração do instrumento

Configuração dos pinos do conector de 55 pinos da placa-base

O conector da placa-base de 55 pinos é usado quando o módulo U2741A é instalado no chassi modular de instrumentos USB U2781A. Para obter mais detalhes, consulte o guia do usuário *Keysight U2781A USB Modular Instrument Chassis User's Guide*.

Terra	Terra	Terra	Terra	Terra	Terra	Terra	Terra	Terra	Terra	Terra (GND)	**F**
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	VBUS	Terra	USB_D-	**E**
Terra	TRIG3	Terra	TRIG2	Terra	TRIG1	Terra	TRIG0	Terra	Terra	USB_D+	**D**
TRIG4	Terra	TRIG5	Terra	TRIG6	Terra	TRIG7	Terra	+12 V	+12 V	GND	**C**
nBPUB	CLK10M	Terra	STAR_TRIG	GA2	GA1	GA0	NC	+12 V	+12 V	+12 V	**B**
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	+12 V	+12 V	+12 V	**A**
11	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	

Figura 1-1 Pinagem do conector de 55 pinos da placa-base

Tabela 1-1 Descrição dos pinos do conector SSI

Temporização dos sinais SSI	Funcionalidade
Terra (GND)	Terra
NC	Não conectado
VBUS	Entrada sensora de alimentação do barramento USB
USB_D+, USB_D-	Par diferencial USB

Tabela 1-1 Descrição dos pinos do conector SSI

Temporização dos sinais SSI	Funcionalidade
TRIG0~TRIG7	Barramento de disparo
+12 V	Alimentação de +12 V com corrente de 4 A
nBPUB	Detecção da entrada da placa-base USB
CLK10M	Fonte do clock de 10 MHz
STAR_TRIG	Disparo-estrela (Star trigger)
GA0,GA1,GA2	Pino de endereço geográfico

Instalação do chassi

O kit de montagem em L deve ser instalado no U2741A módulo.

As instruções seguir descrevem o procedimento simples para instalar o kit de montagem em L e o módulo no chassi.

1 Retire o kit de montagem em L da embalagem.
2 Retire o módulo U2741A da caixa de proteção.
3 U2741A Use uma chave do tipo Phillips para prender o kit de montagem em L no módulo.
4 Insira o módulo U2741A no chassi U2781A com o conector de 55 pinos da placa-base posicionado na parte inferior do módulo.
5 Uma vez instalado o módulo, aperte os parafusos do kit de montagem em L para firmar a conexão.

2
Operação e recursos

Este capítulo contém os detalhes sobre como configurar o Multímetro digital modular USB U2741A para fazer as várias medições através do painel frontal do software ou enviando comandos SCPI remotamente pela interface USB.

Ligar a alimentação

Quando ligar U2741A, tenha em mente as informações apresentadas a seguir.

- O dispositivo U2741A só pode ser operado através da interface USB.
- Para poder controlar o U2741A, é necessário instalar o driver de hardware e a IO Libraries Suite 14.2 ou superior. Esses itens são fornecidos quando se compra o U2741A. Consulte o *Guia de início rápido dos sistemas e produtos modulares USB da Keysight* para saber sobre o procedimento de instalação.
- No painel frontal do U2741A há dois LEDs indicadores. Consulte Capítulo 1, “Aparência do produto” na página 3.
- O indicador de alimentação se ilumina quando o U2741A é ligado. Ele pisca quando ocorre um erro de sistema.
- O indicador USB só pisca quando há troca de dados entre o U2741A e o computador.

Pode-se controlar o U2741A via KMM no U2741A ou via comandos SCPI enviados pela interface USB a partir dos programas aplicativos.

O Keysight U2741A obedece às regras de sintaxe e às convenções dos comandos SCPI.

Pode-se determinar a versão SCPI de U2741A enviando o comando `SYSTem:VERSion?` comando vindo da interface remota.

Para um estudo completo da sintaxe SCPI de U2741A, consulte *Keysight U2741A Programmer's Reference*.

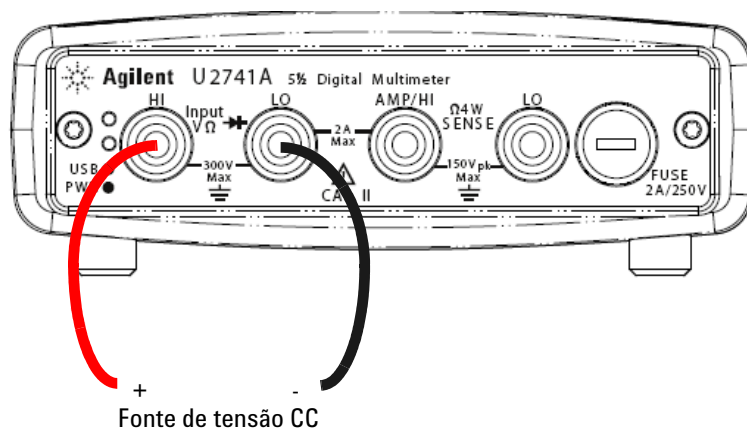
Fazer as medidas

As páginas a seguir mostram como fazer as conexões para efetuar medidas e como selecionar as funções pelo painel frontal para cada função de medição.

Medir a tensão CC

A função para medição de tensão CC oferece os seguintes recursos:

- Cinco escalas: 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 300 V ou escala automática.
- A impedância de entrada é 10 MΩ em todas as escalas (típico).
- A proteção da entrada é de 300 V em todas as escalas (terminal HI).

Faça as conexões conforme indicado abaixo.

Operação do Keysight Measurement Manager

Selecione a função **DCV** e a escala desejada. Deve-se escolher uma escala adequada para obter a melhor resolução possível. A leitura é exibida e atualizada continuamente.

Comandos SCPI

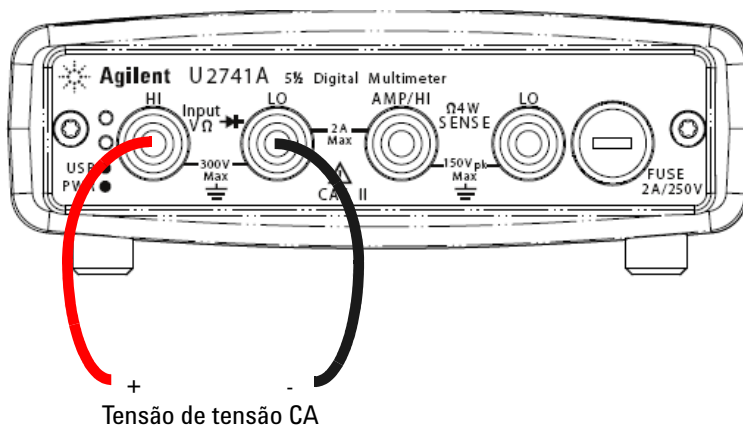
O exemplo a seguir mostra como fazer uma medida de tensão CC usando comandos SCPI.

```
MEASure[:VOLTage]:DC?
```

Medir a tensão CA

A função para medição de tensão CA oferece os seguintes recursos:

- Cinco escalas: 100 mVrms, 1 Vrms, 10 Vrms, 100 Vrms e 250 Vrms ou auto-escala.
- Mede a tensão RMS CA acoplada real.
- Mede com a precisão estipulada pelo fator de crista de um máximo de 5:1 (fundo de escala).
- A impedância de entrada é de 1 MΩ ± 2% em paralelo com uma capacitância menor que 120 pF em todas as escalas.

Faça as conexões conforme indicado abaixo.

Operação do Keysight Measurement Manager

Selecione a função **ACV** e a escala desejada. Deve-se escolher uma escala adequada para obter a melhor resolução possível. A leitura é exibida e atualizada continuamente.

Comandos SCPI

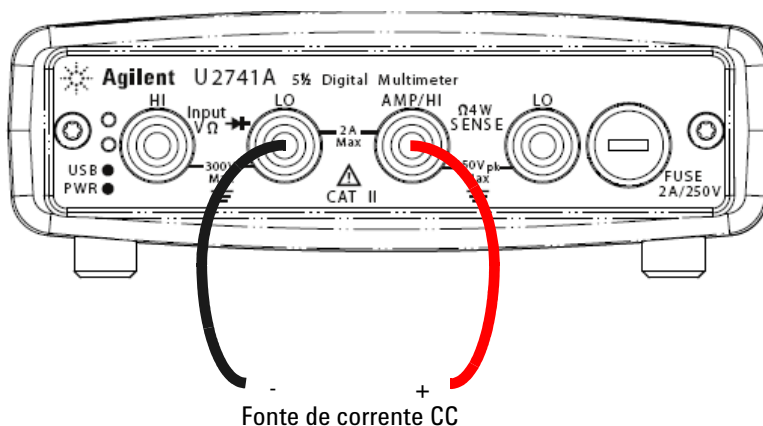
O exemplo a seguir mostra como fazer uma medida de tensão CA usando comandos SCPI.

```
MEASure[:VOLTage]:AC?
```

Medição de corrente CC

A função para medição de corrente CC oferece os seguintes recursos:

- Há três escalas: 10 mA, 100 mA, 1 A e 2 A ou auto-escala.
- O fusível de proteção da entrada é de 2 A a 250 V em todas as escalas.

Faça as conexões conforme indicado abaixo.

Operação do Keysight Measurement Manager

Selecione a função **DCI** e a escala desejada. Deve-se escolher uma escala adequada para obter a melhor resolução possível. A leitura é exibida e atualizada continuamente.

Comandos SCPI

O exemplo a seguir mostra como fazer uma medida de corrente CC usando comandos SCPI.

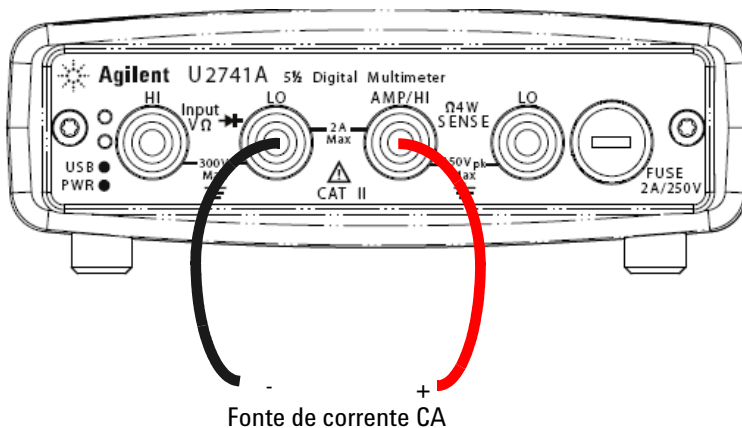
```
MEASure:CURRent[:DC]?
```

Medição de corrente CA

A função para medição de corrente CA oferece os seguintes recursos:

- Há três escalas: 10 mA, 100 mA, 1 A e 2 A ou auto-escala.
- Mede o valor rms real.

Faça as conexões conforme indicado abaixo.

Fonte de corrente CA

Operação do Keysight Measurement Manager

Selecione a função **ACI** e a escala desejada. Deve-se escolher uma escala adequada para obter a melhor resolução possível. A leitura é exibida e atualizada continuamente.

Comandos SCPI

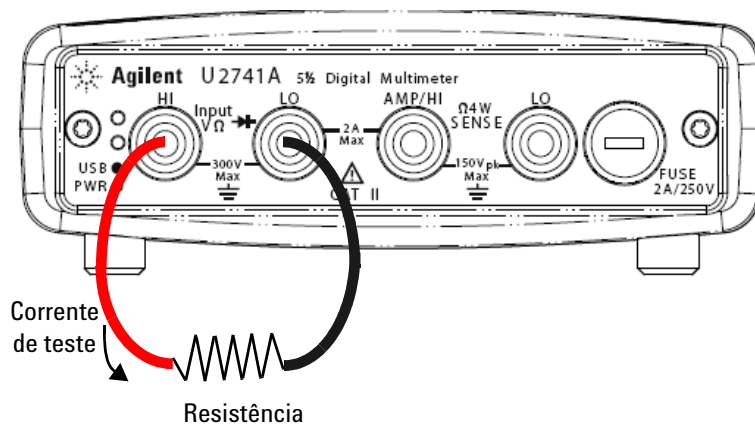
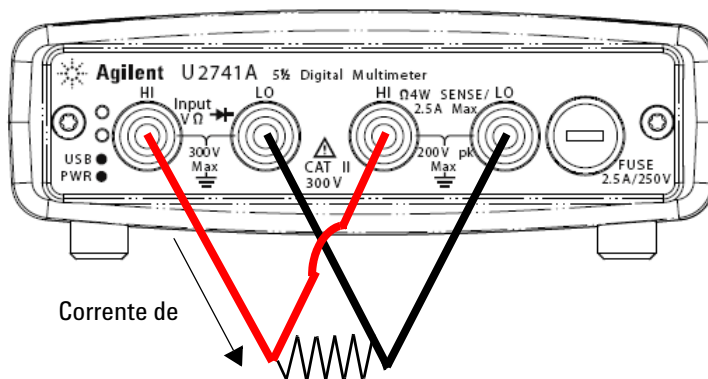
O exemplo a seguir mostra como fazer uma medida de corrente CA usando comandos SCPI.

```
MEASure:CURRent:AC?
```

Medida de resistência

A função para medição de resistência oferece os seguintes recursos:

- Sete escalas: 100 Ω, 1 kΩ , 10 kΩ , 100 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ e 100 MΩ ou, auto-escala.
- Suporta medidas de resistências de dois e de quatro fios.
- A tensão de circuito aberto é limitada a menos de 4,5 V em todas as escalas.

A figura a seguir mostra a conexão para uma medida de resistência de dois fios.

A figura a seguir mostra a conexão para uma medida de resistência de quatro fios.

Operação do Keysight Measurement Manager

Selecione a função **2-Wired Ω** e a escala desejada para medida de resistência de dois fios. Selecione a função **4-Wired Ω** e a escala desejada para medida de resistência de quatro fios. Deve-se escolher uma escala adequada para obter a melhor resolução possível. A leitura é exibida e atualizada continuamente.

Comandos SCPI

O exemplo a seguir mostra como fazer uma medida de resistência usando comandos SCPI.

Dois fios : `MEASure:RESistance?`

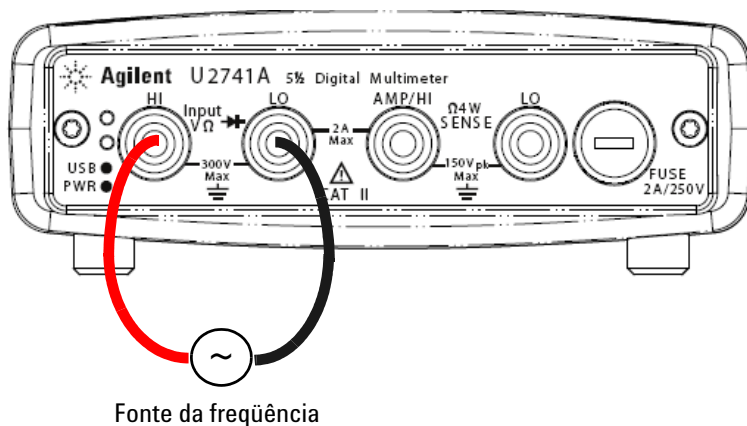
Quatro fios : `MEASure:FRESistance?`

Medir freqüência

A função para medição de freqüência oferece os seguintes recursos:

- A escala se baseia na amplitude do sinal.
- Adota uma técnica de contagem recíproca como método de medição.
- O tempo de medição do sinal de entrada pode ser de 0,1 ou de 1,0 segundos.

Faça as conexões conforme indicado abaixo.

Fonte da freqüência

Operação do Keysight Measurement Manager

Selecione a função **Freq** e a escala desejada. A leitura é exibida e atualizada continuamente.

Comandos SCPI

O exemplo a seguir mostra como fazer uma medida de freqüência usando comandos SCPI.

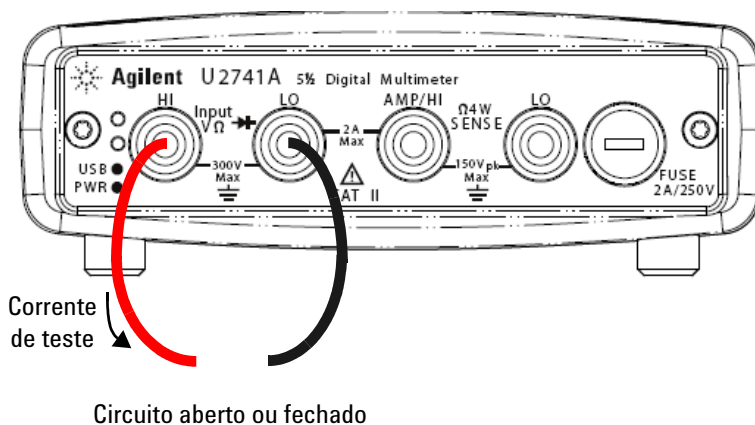
```
MEASure:FREQuency?
```

Teste de continuidade

A função para teste de continuidade oferece os seguintes recursos:

- Usa uma fonte de corrente constante de 1 mA ± 0,2%.
- A tensão de circuito aberto é limitada a menos de 4,5V em todas as escalas.
- O limiar de continuidade é fixado em 10 Ω.
- O tempo de resposta é de 60 amostras/segundo.

Faça as conexões conforme indicado abaixo.

Circuito aberto ou fechado

Operação do Keysight Measurement Manager

Selecione a função **Cont-)))**. A leitura é exibida e atualizada continuamente.

Comandos SCPI

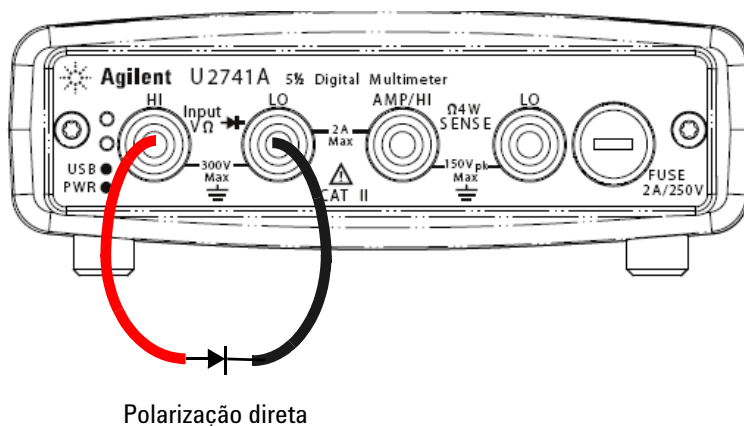
O exemplo a seguir mostra como fazer uma medida de teste de continuidade usando comandos SCPI.

```
MEASure:CONTinuity?
```

Testar diodos

A função para testar diodos oferece os seguintes recursos:

- Usa uma fonte de corrente constante de 1 mA ± 0,2%.
- A tensão de circuito aberto é limitada a menos de 4,5V em todas as escalas.
- O tempo de resposta é de 60 amostras/segundo.

Faça as conexões conforme indicado abaixo.

Polarização direta

Operação do Keysight Measurement Manager

Selecione a função **Diode** . A leitura é exibida e atualizada continuamente.

Comandos SCPI

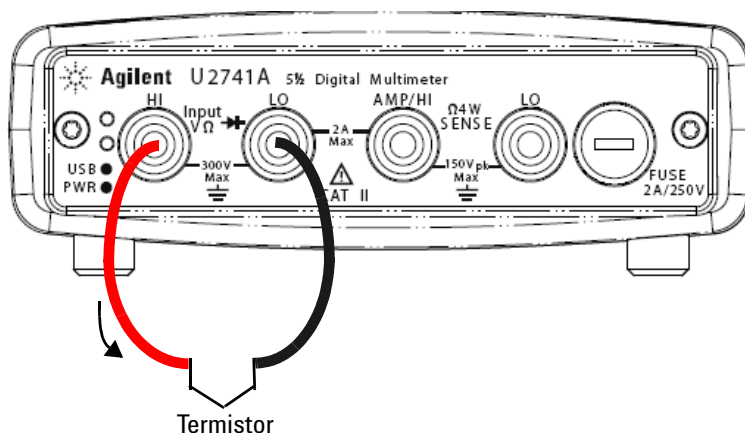
O exemplo a seguir mostra como fazer uma medida de teste de diodo usando comandos SCPI.

```
MEASure:DIODe?
```

Medir temperatura

A função para medição de temperatura oferece os seguintes recursos:

- A escala da medida depende do tipo de sensor de temperatura usado. Para ver detalhes da especificação dos sensores de temperatura, consulte Tabela 4-8 na página 57
- As medidas são realizadas na auto-escala para pontas com termistores de 5 kΩ.
- Compatibilidade com o termistor.

Faça as conexões conforme indicado abaixo.

Operação do Keysight Measurement Manager

Selecione a função **Temp** e o tipo de termopar usado. A leitura é exibida e atualizada continuamente.

Comandos SCPI

O exemplo a seguir mostra como fazer uma medida de temperatura usando comandos SCPI.

```
MEASure:TEMPerature? THER //Usado para medidas com termistores
```

Restaurar o estado do instrumento

O U2741A salva automaticamente o estado da última configuração sempre que ocorrer um desligamento e restaura esse estado ao ligar o instrumento.

Autozero

Se autozero está *ativo*, o DMM desconecta internamente o sinal de entrada após cada medida e faz uma *leitura de zero*. Ele então subtrai a leitura de zero da leitura precedente. Isso evita que tensões de offset presentes no circuito de entrada do DMM afetem a precisão das medidas.

Isso aplica-se às medidas de tensão cc, corrente cc, resistência de dois fios e temperatura.

Comandos SCPI

Os comandos a seguir são usados para definir o autozero:

```
VOLTage:ZERO:AUTO {OFF|ON}

CURRent:ZERO:AUTO {OFF|ON}

RESistance:ZERO:AUTO {OFF|ON}

TEMPerature:ZERO:AUTO {OFF|ON}
```

Escalas

Pode-se deixar o DMM selecionar automaticamente a escala usando *auto-escala (auto range)* ou pode-se selecionar uma escala fixa usando *escala manual (manual range)*. A auto-escala é conveniente porque o DMM seleciona automaticamente a escala apropriada para cada medida. Contudo, pode-se usar a escala manual para fazer medidas rápidas pois o DMM nesse caso não precisará determinar a escala a ser usada em cada medição.

- Limites da auto-escala:

Diminui a escala em:	<10% da escala
Aumenta a escala em:	>120% da escala

- Na escala manual, se o sinal de entrada for maior do que a escala atual pode medir, o DMM dá uma indicação de sobrecarga: “9.9E+37” pela interface remota. Na auto-escala, o DMM indica sobrecarga “9.9E+37” se o sinal de entrada for maior que a escala de medida mais alta.
- A escala é fixa nos testes de continuidade (escala de 1 kΩ) e nos testes de diodo (escala de 1 Vcc com corrente de saííí?da de 1 mA).

Comandos SCPI

Pode-se comandar a escala por meio de um dos comandos a seguir:

```
CONFigure:<função>{<escala>|MIN|MAX|AUTO},
{<resolução>|MIN|MAX|DEF}

MEASure:<função>?{<escala>|MIN|MAX|AUTO},
{<resolução>|MIN|MAX|DEF}

<função>:RANGe {<escala>|MINimum|MAXimum|AUTO}

<função>:RANGe:AUTO {OFF|ON}
```

Configuração padrão

A tabela a seguir resume a configuração do U2741A de fábrica, ao ligar ou após o comando `*RST` recebido pela interface USB remota.

Tabela 2-1 Resumo da configuração padrão

Parâmetro	Configuração de fábrica	Estado ao ligar/reiniciar
Configuração de medição		
Função	DCV	DCV
Escala (range)	AUTO	AUTO
Resolução	5½-dígitos	5½-dígitos
Unidade de temperatura	°C	Configuração de usuário
Operação de disparo		
Fonte de disparo	Disparo automático	Disparo automático
Operação relacionada ao sistema		
Salvar configuração ao desligar	Desativado	Configuração de usuário
Estados armazenados	0-10 restaurados	Nenhuma alteração
Leitura do buffer de saída	Restaurado	Restaurado
Fila de erros	Restaurado	Restaurado
Restaurar estado ao ligar	Ativado	Configuração de usuário
Registros de estado, máscaras & filtro de transição	Restaurado	Restaurado se ativada a restauração do estado ao ligar
Calibração		
Estado da calibração	Protegido	Configuração de usuário
Valor da calibração	0	Nenhuma alteração
String de calibração	Restaurado	Nenhuma alteração

Disparo do U2741A

Ao ligar, a fonte de disparo padrão é imediata. Para fazer uma medida, as seguintes etapas devem ser seguidas:

- Configure o U2741A selecionando função, escala, resolução etc.
- Especificar a fonte de disparo do DMM. Pode-se selecionar disparo por barramento de software ou disparo interno imediato (fonte de disparo padrão).
- Certifique-se de que o U2741A esteja em um estado de espera de disparo para aceitar um disparo da fonte de disparo.

Disparo imediato

No modo de disparo imediato, o sinal de disparo está sempre presente. Ao colocar o U2741A no estado de espera de disparo, o disparo ocorre imediatamente. Esta é a fonte de disparo padrão.

Comando SCPI

O comando a seguir define a fonte de disparo como imediata.

```
TRIGger:SOURce IMMediate
```

Disparo por barramento de software

O modo de disparo por barramento é iniciado enviando um comando de disparo por barramento, após selecionar BUS (barramento) como a fonte de disparo.

Comando SCPI

O comando a seguir define a fonte de disparo como barramento.

```
TRIGger:SOURce BUS
```

O comando `MEASure?` e `READ?` sobrescreve o disparo BUS, dispara o DMM e retorna uma medida.

O comando INITiate muda o estado de disparo para esperar por disparo. As medidas começarão quando as condições de disparo especificadas forem satisfeitas.

Disparo estrela

O disparo estrela só pode ser aplicado quando o U2741A está conectado ao chassi modular de instrumentos U2781A. Ele é usado para disparar múltiplas unidades modulares no chassi.

Comando SCPI

```
TRIGger:SOURce STRG
```

Estado de sincronização

Configura a sincronização de múltiplas unidades de U2741A (apenas unidades escravas) quando usado no chassi modular de instrumentos U2781A. Somente uma unidade mestre pode existir de cada vez.

Comando SCPI

```
CONFigure:SSI {NONE|SLAVe}
```

Consulte *Keysight U2741A Programmer's Reference* para obter uma descrição completa e a sintaxe desses comandos.

Operação relacionada ao sistema

Esta seção propicia informações sobre tópicos relacionados ao sistema sobre como fazer uma rotina de auto-calibração e ler as condições de erro.

Condições de erro

É possível armazenar até 20 erros na fila de erros do U2741A. Consulte o guia de programação para obter mais informações sobre as mensagens de erro.

Operação do Keysight Measurement Manager

Uma caixa de mensagem aparecerá assim que ocorrer um erro ao se operar o U2741A usando o KMM.

3
Tutorial de medição

O Keysight U2741A é capaz de fazer medidas precisas, mas, para conseguir a melhor precisão possível, é preciso tomar certas providências para eliminar causas de erro em potencial. Este capítulo descreve os erros mais comuns encontrados nas medições e fornece sugestões para ajudara evitar ou minimizar esses erros.

Considerações sobre medições CC

Erros EMF térmicos

As tensões termoelétricas são a fonte mais comum de erro ao se medir tensão CC de nível baixo. As tensões termoelétricas são geradas quando se fazem conexões de circuitos usando metais diferentes a temperaturas diferentes.

Cada junção metal-para-metal forma um termopar que gera uma tensão proporcional à temperatura da junção. Deve-se tomar o devido cuidado para minimizar as tensões dos termopares e as variações de temperatura nas medidas de tensão de baixo nível. As melhores conexões são formadas usando-se cobre-com-cobre, pois os terminais de entrada do DMM são de uma liga metálica usando cobre. A tabela a seguir mostra tensões termoelétricas comuns de conexões entre metais desiguais.

Tabela 3-1 Tensão termoelétrica para conexões entre metais desiguais

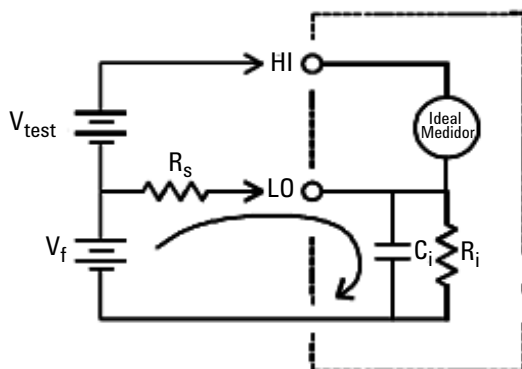
Cobre com -	Aprox. mV / °C	Cobre com -	Aprox. mV / °C
Solda de cádmio-estanho	0,2	Alumínio	5
Cobre	<0,3	Solda de estanho-chumbo	5
Ouro	0,5	Kovar (liga de ferro-cobalto-níquel) ou liga metálica 42	40
Prata	0,5	Silicone	500
Latão (liga de cobre e zinco)	3	Óxido de cobre	1.000
Berílio	5		

Rejeição de ruído

Rejeição de tensões de ruído das linhas de força

Uma propriedade importante dos conversores analógicos-digitais por integração (A/D) é sua habilidade de rejeitar ruídos associados às linhas de alimentação e presentes nos sinais de entrada CC. Isto chama-se de rejeição de ruído de modo normal, ou NMR. O DMM efetua NMR ao medir a entrada CC média "integrando-a" por um número inteiro de ciclos da linha de força.

Rejeição de modo comum (CMR)

Idealmente, um DMM é totalmente isolado dos circuitos com referência à terra. Contudo, existe uma resistência finita entre o terminal de entrada LO do DMM e o terra, como mostrado a seguir. Isto pode causar erros ao medir tensões baixas que flutuem com relação à terra.

V_f = Tensão flutuante
R_s = Desequilíbrio da resistência da fonte DUT
R_i = Resistência de isolação do DMM (terra-LO)
C_i = Capacitância de entrada do DMM

$$\text{Erro (v)} = \frac{V_f \times R_s}{R_s + R_i}$$

Figura 3-1 Erro de fonte de modo comum

Ruído causado por enlaces magnéticos

Ao se fazerem medidas perto de campos magnéticos, é boa prática evitar tensões induzidas nas conexões das medições. Um condutor transportando altas correntes é uma fonte comum de campo magnético. Podem-se usar conexões com cabos trançados até chegar no DMM para reduzir a área de enlace indutora de ruído, ou colocar as pontas de prova tão próximas quanto possível. Pontas de prova frouxas ou que possam vibrar também induzem tensões de erro. Prenda as pontas de prova com firmeza ao operar perto de campos magnéticos. Sempre que possível, use materiais antimagnéticos ou aumente a distância das fontes magnéticas para minimizar esse erro.

Ruído causado por enlaces de terra

Ao medir tensões em circuitos em que o DMM e o dispositivo sob teste são, ambos, referenciados a uma terra comum, é formado um circuito pela terra. Como mostrado em Figura 3-2, qualquer diferença de tensão entre os dois pontos de referência de terra (V_{terra}) causa um fluxo de corrente através das pontas de medição. Isso cria ruído e tensão de offset (geralmente relacionados à linha de força) que são adicionados à tensão medida.

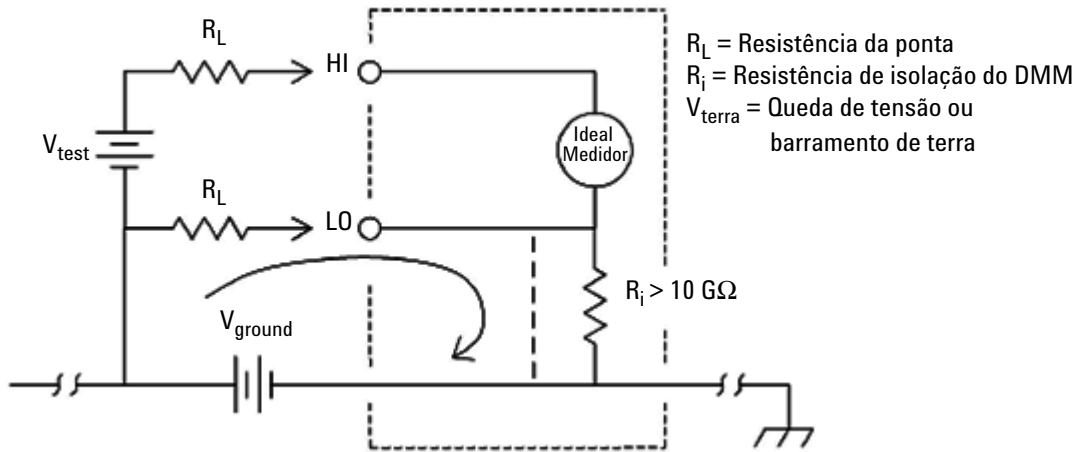



Figura 3-2 Erro induzido por enlace de terra

A melhor forma de eliminar enlaces de terra é isolar o DMM da terra não aterrando os terminais de entrada. Se o DMM tiver que ser referenciado à terra, conecte o DMM e o dispositivo sob teste ao mesmo ponto de terra comum. Conecte também o DMM e o dispositivo sob teste à mesma tomada elétrica sempre que possível.

Considerações sobre medidas de resistência

Ao medir resistência, a corrente de teste flui do terminal HI, passando pelo resistor sendo medido. A queda de tensão no resistor é medida internamente pelo DMM. Com isso, a resistência da ponta também é medida.

Os erros mencionados até aqui neste capítulo para medidas de tensão CC também se aplicam às medidas de resistência. Fontes de erro adicionais únicas às medidas de resistência são examinadas aqui.

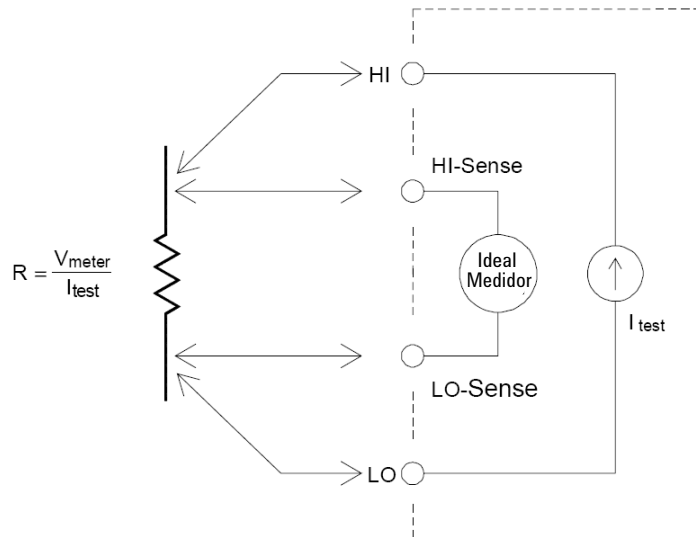
Medidas de resistência

O Keysight U2741A oferece dois métodos para medir resistência:

ohms a 2-fios e *4-fios*. Em ambos os métodos, a corrente de teste flui do terminal de entrada HI e passa pelo resistor sendo medido. Nas medidas de 2 fios, a queda de tensão no resistor é medida por sensor dentro do DMM. Com isso, a resistência da ponta de prova também é medida. Nas medidas de 4 fios, são necessárias conexões com sensores separados. Como nenhuma corrente flui nas pontas sensoras, a resistência nessas pontas não apresenta esse erro de medida.

Os erros mencionados até aqui neste capítulo para medidas de tensão CC também se aplicam às medidas de resistência. Fontes de erro adicionais, únicas às medidas de resistência, são examinadas nas páginas seguintes.

Medida de ohm com 4 fios

O método de 4 fios propicia a forma mais precisa de medir resistências pequenas. As resistências das pontas de prova e as resistências dos contatos são reduzidas automaticamente nesse método. O método de 4 fios é usado com freqüência em aplicações de testes automatizados em que cabos longos, inúmeras conexões e/ou chaves existem entre o DMM e o dispositivo sob teste. As conexões recomendadas para medidas de resistência a 4 fios são mostradas a seguir.

Remoção de erro causado pela resistência da ponta de prova

Para eliminar erros de offset devidos à resistência das pontas de prova em medidas de ohms a 2 fios, siga as instruções a seguir.

1 Coloque em curto as pontas de prova. A leitura é a resistência das pontas de prova.
2 Clique em Null. O DMM vai armazenar a resistência das pontas de prova como sendo o valor nulo da resistência de 2 fios e vai subtrair esse valor dos valores das medidas subseqüentes.

Minimizar os efeitos da dissipação de potência

Ao medir resistores projetados para medidas de temperatura (ou outros dispositivos resistivos com coeficientes de temperatura altos), esteja ciente de que o DMM vai dissipar alguma potência no dispositivo sob teste.

Se a dissipação de potência é um problema, deve-se selecionar a escala seguinte mais alta do DMM para reduzir os erros a um valor aceitável. A tabela a seguir mostra vários exemplos:

Tabela 3-2 Dissipação de potência para várias escalas de resistência

Escala	Corrente de teste	DUT potência no fundo de escala
100 Ω	1 mA	100 mW
1 kΩ	0,83 mA	689 mW
10 kΩ	100 mA	100 mW
100 kΩ	10 mA	10 mW
1 MΩ	900 nA	810 nW
10 MΩ	205 nA	420 nW
100 MΩ	205 nA ||10 MΩ	35 nW

Erros em medidas de resistências altas

Ao se medirem resistências altas, podem ocorrer erros significativos devido à resistência de isolamento e ao estado das superfícies. Deve-se tomar as precauções devidas para montar um sistema de alta resistência “limpo”. As pontas de prova e acessórios são suscetíveis a correntes de fuga devido à absorção de umidade nos materiais isolantes e filmes de superfície “sujos”. Náilon e PVC são isolantes relativamente pobres (10^9 Ω) se comparados a isolantes à base de Politetrafluoroetileno (PTFE) (10^{13} Ω). Correntes de fuga em isolantes de náilon ou PVC podem facilmente adicionar um erro de 0,1% ao medir uma resistência de 1 MΩ em condições úmidas.

Medidas de CA

Medidas de CA RMS reais

Um DMM que meça RMS, como o U2741A, mede o potencial de “aquecimento” de uma tensão aplicada. A energia dissipada em um resistor é proporcional ao quadrado da forma de onda de tensão. Esse DMM mede com precisão tensões ou correntes RMS, desde que a forma de onda contenha energia desprezível acima da largura de banda efetiva do instrumento.

NOTA O U2741A usa as mesmas técnicas para medir tensão RMS e corrente RMS.

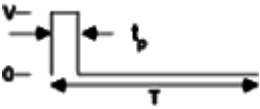
Tabela 3-3 As formas de onda e seus parâmetros

Forma de onda	Fator de crista (CF)	CA RMS	CA+CC RMS
(senoidal)	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
(triangular)	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$

Tabela 3-3 As formas de onda e seus parâmetros (continuação)

Forma de onda	Fator de crista (CF)	CA RMS	CA+CC RMS
V— 0— t_p T	$\frac{T}{\sqrt{t_p}}$	$\frac{V}{CF} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{CF}\right)^2}$	$\frac{V}{CF}$
V— 0— T/2 T	1	V	V

As funções de tensão CA e de corrente CA do DMM medem o valor RMS real acoplado CA, em que somente o “valor de aquecimento” apenas dos componentes CA da forma de onda de entrada são medidos enquanto que o componente CC é rejeitado. Como se vê na figura acima, para formas de onda senoidais, triangulares e quadradas, os valores CA acoplado e CA+CC são iguais, pois esses sinais não contêm tensão offset CC. Contudo, para sinais não simétricos, como trens de pulsos, em que há um componente de tensão CC, o qual é rejeitado pelas medidas RMS CA acopladas da Keysight. Isso pode significar um benefício considerável. Uma medida RMS CA-acoplada é desejável quando se medem sinais CA pequenos na presença de tensões de offset CC significativas.

Um bom exemplo é medir as flutuações de CA presentes nas fontes de alimentação CC. Há casos, porém, em que se pode querer saber o valor RMS CA+CC real. É possível determinar esse valor combinando os resultados de medidas CC e CA, como mostrado a seguir Equação 1:

$$(AC + DC)_{TrueRMS} = \sqrt{AC^2 + DC^2} \tag{1}$$

Para a melhor rejeição de ruído CA, deve-se fazer a medida CC a 20 NPLC.

Precisão RMS e conteúdo de sinal de alta freqüência

Um conceito errôneo comum é que “como um DMM CA é um medidor de RMS, sua especificação de precisão da forma de onda senoidal aplica-se a todas as formas de onda”. Na verdade, a forma do sinal de entrada pode afetar dramaticamente a precisão da medida, especialmente se esse sinal de entrada contiver componentes de alta freqüência que ultrapassem a largura de banda do instrumento.

Outras funções de medição primárias

Erros nas medidas de freqüência

O U2741A usa uma técnica de contagem recíproca para medir freqüência. Esse método gera uma resolução de medida constante para qualquer freqüência de entrada. Todos os contadores de freqüência são suscetíveis a erros ao medirem sinais de baixa tensão e baixa freqüência. Os efeitos dos ruídos gerados internamente e captados externamente são críticos ao medir sinais “lentos”. O erro é inversamente proporcional à freqüência. Erros de medição também ocorrem se tentarmos medir a freqüência de uma entrada após uma alteração da tensão de offset CC; é preciso deixar que a entrada do DMM se acomode totalmente antes de fazer medidas de freqüência.

Medidas de corrente CC

Ao conectar o DMM em série com um circuito de teste para medir corrente, é introduzido um erro de medida. Esse erro é causado pela tensão em série do DMM. É criada uma tensão entre a resistência da fiação e a resistência de shunt da corrente do DMM, como mostrado a seguir.

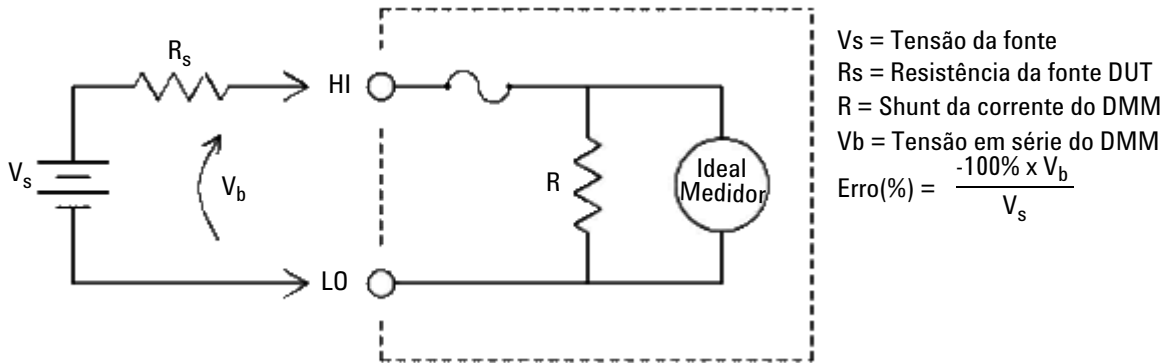



Figura 3-3 Tensão em série na medida de corrente

NOTA

Quando utilizado no chassis modular de instrumentos USB Keysight, é recomendável usar a função nula para anular qualquer desvio. É requerido um período de aquecimento de 30 minutos, conforme declarado na especificação CC.

Outras causas de erros de medição

Erros de carga (tensões CA)

Na função de tensão CA, a entrada do DMM é vista como uma resistência de 1 MΩ em paralelo com uma capacitância de100 pF. O cabeamento usado para ligar os sinais ao DMM também adiciona capacitância e carga.

Em baixas freqüências, o erro de carga é (Equação 2):

$$Error(\%) = \frac{-100 \times R_s}{R_s + 1\ \text{M}\Omega} \tag{2}$$

Em freqüências altas, o erro de carga adicional é (Equação 3):

$$Error(\%) = 100 \times \left[\frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi \times F \times R_s \times C_{in})}} - 1 \right] \tag{3}$$

R_s = Resistência da fonte
F = Freqüência de entrada
C_{in} = Capacitância de entrada (100 pF) mais capacitância do cabo

Medidas abaixo do fundo de escala

As medidas CA mais precisas podem ser realizadas quando o DMM está perto do fundo de escala da escala selecionada. A auto-escala ocorre em 10% (descer a escala) e 120% (subir a escala) do fundo de escala. Isso possibilita medir algumas entradas no fundo de escala em uma escala e 10% do fundo de escala na escala seguinte mais alta. Em geral, a precisão é melhor na escala mais baixa; para a precisão mais alta de todas, selecione a menor escala manual possível para a medida.

Erros de auto-aquecimento nas tensões altas

Se forem aplicados mais que 300 Vrms, ocorre aquecimento nos componentes internos do DMM que tratam o sinal. Esses erros estão incluídos nas especificações do DMM.

Alterações de temperatura dentro do DMM devido a aquecimento dos componentes podem causar erros adicionais em outras escalas de tensão CA.

Erros de medida de corrente CA (tensão em série)

Os erros devidos à tensão em série, que aplicam-se à corrente CC, também se aplicam às medidas de correntes CA. Contudo, a tensão em série da corrente CA é maior devido à indutância em série do DMM e às conexões da medida. A tensão em série é proporcional à freqüência de entrada. Alguns circuitos podem oscilar ao se fazerem medidas de corrente devido à indutância em série do DMM e às conexões da medida.

Erros de medidas em baixo nível

Ao medir tensões CA menores 100 mV, esteja ciente que essas medidas são especialmente suscetíveis a erros introduzidos por fontes de ruído extrínsecas. Uma ponta de prova exposta age como uma antena e um DMM funcionando corretamente vai medir os sinais recebidos. Todo o caminho da medida, incluindo as linhas de alimentação, agem como uma antena circular. Correntes circulantes nesse enlace criam tensões de erro em todas as impedâncias em série com a entrada do DMM. Por essa razão, tensões CA de baixo nível devem ser aplicadas ao DMM por meio de cabos blindados. Deve-se conectar a blindagem ao terminal LO de entrada.

Certifique-se de que o DMM e a fonte de CA estejam ligados à mesma tomada elétrica sempre que possível. Deve-se também minimizar a área dos enlaces de terra que não podem ser evitados. Uma fonte de alta impedância é mais suscetível à

captação de ruído que uma fonte de baixa impedância. Pode-se reduzir a impedância em alta freqüência de uma fonte colocando um capacitor em paralelo com os terminais de entrada do DMM. Talvez seja necessário fazer testes para determinar o valor correto do capacitor de acordo com o caso.

A maior parte do ruído extrínseco não está relacionado ao sinal de entrada. É possível determinar esse erro como mostrado a seguir (Equação 4):

$$Voltage\ Measured = \sqrt{V_{in}^2 + Noise^2} \quad (4)$$

O ruído correlacionado, embora mais raro, é especialmente prejudicial. O ruído correlacionado sempre é adicionado diretamente ao sinal de entrada. Medir um sinal de baixo nível com a mesma freqüência que a linha de alimentação é uma situação comum propícia à ocorrência desse erro.

4
Características e especificações

Este capítulo descreve as características de produto do U2741A e suas especificações operacionais.

Quando se utiliza o multímetro em um ambiente onde interferências eletromagnéticas ou cargas eletrostáticas significativas estejam presentes, a precisão da medição pode ser prejudicada.

NOTA

- As pontas de medida de tensão não são blindadas e podem agir como antenas, captando interferência eletromagnética que é adicionada ao sinal sendo medido.
- Descargas eletrostáticas de 4.000 V ou mais podem fazer com que o multímetro pare de funcionar temporariamente, resultando em perda ou erro de leitura.

Características do produto

INTERFACE REMOTA[1]	• USB 2.0 de alta velocidade • Dispositivo de classe USBTMC 488.2 [2][5]
CONSUMO DE ENERGIA	• +12 VCC, 2 A máximo • Fonte de alimentação ELV isolada
AMBIENTE DE OPERAÇÃO	• Especificações de um ano com máxima precisão de 18 °C a 28 °C, a 50% de umidade relativa • Altitude de até 2.000 metros • Grau de poluição 2 • Somente para uso interno
CONFORMIDADE DE ARMAZENAMENTO	• -20 °C a +70 °C • Umidade relativa (UR) entre 5 % e 90 % (sem condensação)
CONFORMIDADE DE SEGURANÇA	Certificado com: • IEC 61010-1:2001/EN61010-1:2001 (2a edição) • Canadá: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04 • EUA: ANSI/UL 61010-1:2004
CONFORMIDADE DE MEDIÇÃO	Proteção contra sobretensão de 300V CAT II
CONFORMIDADE EMC	• IEC 61326-2002/EN61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003 • Canadá: ICES-001:2004 • Austrália/Nova Zelândia: AS/NZS CISPR11:2004
TAXA DE REJEIÇÃO DE MODO COMUM (CMRR)	• CMRR CC >120 dB com carga desbalanceada de 1k • CMRR CA >70 dB a 50/60 Hz ±0,1% com carga desbalanceada de 1k
TAXA DE REJEIÇÃO DE MODO NORMAL (NMRR)	• >60 dB a 50/60 Hz ±0,1%[3] • >0 dB a 50/60 Hz ±0,1% [4]
CHOQUE E VIBRAÇÃO	Testado de acordo com IEC/EN 60068-2
CONECTOR DE E/S	Quatro terminais soquetes tipo banana
DIMENSÕES (L × P × A)	• 105,00 mm x 175,00 mm x 11,50 mm (sem protetores) • 117,00 mm x 180,00 mm x 41,00 mm (com protetores)
PESO	• 451 g (sem protetores) • 509 g (com protetores)

GARANTIA	• Consulte http://www.keysight.com/go/warranty_terms ◦ 3 anos para o produto ◦ Três meses para os acessórios-padrão's do produto, exceto quando especificado de outra forma • Observe que, para o produto, a garantia não cobre: ◦ Danos oriundos de contaminação ◦ Desgaste normal decorrente do uso de componentes mecânicos ◦ Manuais
CALIBRAÇÃO	O intervalo de calibração de um ano é recomendado
Categoria de medição	O DMM modular USB U2741A é para ser usado em medidas da categoria II, 300V.
Definição das categorias de medição	A medição de CATEGORIA I é feita em circuitos não diretamente conectados às LINHAS DE ALIMENTAÇÃO. São exemplos as medições em circuitos não derivados das LINHAS DE ALIMENTAÇÃO, e circuitos especialmente protegidos (internos) derivados das linhas de alimentação. A medição de CATEGORIA II é feita em circuitos conectados diretamente à instalação de baixa tensão. São exemplos as medições em aparelhos domésticos, ferramentas portáteis e equipamentos similares. As medições da CATEGORIA III são feitas na instalação de edificações. São exemplos as medições em quadros de distribuição, disjuntores, fiação, incluindo cabos, barramentos elétricos, caixas de derivação, interruptores, tomadas na instalação fixa e equipamentos para uso industrial, além de outros equipamentos que incluem motores estacionários com conexão permanente à instalação fixa. A medição de CATEGORIA IV é feita na fonte da instalação de baixa tensão. São exemplos os medidores de eletricidade e medições em dispositivos principais de proteção contra corrente excessiva e unidades de controle de ondulação.

[1] Para saber sobre conexões remotas usando o Keysight E5813A, consulte o Capítulo 1.

[2] Compatível somente com sistemas operacionais Microsoft Windows.

[3] Válido para NPLC > 1

[4] Válido para NPLC 0,2 e 0,02

[5] Requer conexão USB direta com o PC, para que o driver apropriado possa ser instalado no instrumento modular USB ou no módulo DAQ USB

Especificações do produto

Especificações CC[1]

Table 4-1 Precisão CC

Função	Escala	Impedância de entrada	Corrente de teste/tensão em série resistência de shunt	Precisão (± % da leitura + % da escala)	Coeficiente de temperatura 0 °C a 18 °C 28 °C a 55 °C
Tensão[2]	100,000 mV	10 MΩ	-	0,015 + 0,008	0,002 + 0,0008
	1,00000 V	10 MΩ	-	0,015 + 0,005	0,001 + 0,0005
	10,0000 V	10 MΩ	-	0,018 + 0,005	0,002 + 0,0005
	100,000 V	10 MΩ	-	0,018 + 0,005	0,002 + 0,0005
	300,000 V	10 MΩ	-	0,018 + 0,005	0,0015 + 0,0005
Corrente[3]	10,0000 mA	-	<0,2 V, 10 Ω	0,06 + 0,015	0,005 + 0,0025
	100,000 mA	-	<0,2 V, 1 Ω	0,06 + 0,005	0,008 + 0,002
	1,00000 A	-	<0,3 V; 0,1 Ω	0,15 + 0,007	0,005 + 0,002
	2,0000 A	-	<0,8 V; 0,1 Ω	0,15 + 0,007	0,005 + 0,002
Resistência[4]	100,000 Ω	-	1,0 mA	0,03 + 0,008	0,006 + 0,0008
	1,00000 kΩ	-	1,0 mA	0,03 + 0,005	0,006 + 0,0005
	10,0000 kΩ	-	100 µA	0,03 + 0,005	0,006 + 0,0005
	100,000 kΩ	-	10,0 µA	0,03 + 0,005	0,006 + 0,0005
	1,00000 MΩ	-	1 µA	0,06 + 0,005	0,01 + 0,0005
	10,0000 MΩ	-	225 nA	0,25 + 0,005	0,025 +0,0005
	100,000 MΩ	-	225 nA	2,0 + 0,005	0,3 + 0,0005
Teste de diodo[5]	1,0000 V	-	1,00mA	0,015 + 0,03	0,005 + 0,0005
Teste de continuidade[6]	1,0000 kΩ	-	1,00mA	0,05 + 0,03	0,005 + 0,0005

[1] As especificações se baseiam em um tempo de aquecimento de 30 minutos, resolução NPLC 20, e temperatura de calibração de 18 °C a 28 °C. Para NPLC 0 e 0,025, acrescente 0,01% de variação.

[2] 120% além da escala em todas as escalas exceto 300 Vcc. Proteção de entrada até 300 Vcc.

[3] Entrada protegida por fusível de acionamento rápido de 2 A, 250 V acessível externamente.

[4] As especificações são para medidas de ohm de 4 ou 2 fios usando a função null no software KMM. Sem a função null no software KMM, acrescente um erro adicional de 0,2 Ω. Proteção de entrada até 300 Vcc. As especificações são válidas para NPLC ≥ 1.

[5] As especificações são para a tensão medida somente nos terminais de entrada.

[6] O limiar de continuidade é fixo em menos de 10 Ω.

Considerações sobre a estabilização da corrente CC

A mudança de corrente de > 1 A para medição mais baixa de corrente pode provocar um erro extra de cerca de 0,3% da leitura devido ao auto-aquecimento, que será dissipado em geral dentro de um minuto.

Especificações de CA[1]

Tabela 4-2 Precisão da tensão CA

Função	Escala	Precisão de entrada (% da leitura + % da escala) Freqüência (Hz)			
		20 ~ 45	45 ~ 10k	10k ~ 30k	30k ~ 100k[3]
Tensão[2]	100,000 mVrms	1 + 0,1	0,2 + 0,1	1,5 + 0,3	5,0 + 0,3
	1,00000 V	1 + 0,1	0,2 + 0,1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2
	10,0000 V	1 + 0,1	0,3 + 0,1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2
	100,000 V	1 + 0,1	0,3 + 0,1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2
	250,000 V[4]	1 + 0,1	0,3 + 0,1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2

[1] As especificações se baseiam em um tempo de aquecimento de 30 minutos e temperatura de calibração de 18 °C a 28 °C. Na escala manual, o tempo de estabilização é de 2,6 segundos, enquanto na escala automática, a precisão da primeira medição é < 1%.

[2] As especificações são para sinais senoidais de entrada com mais de 5% da escala. 120% além da escala em todas as escalas exceto 250 Vca. Fator de crista máximo de 5 no fundo de escala. A impedância de entrada é de 1MΩ em paralelo com uma capacitância menor que 120 pF, acoplamento de CA até 300 VCC.

[3] Erro adicional a ser acrescentado com freqüência maior que 30kHz e entrada de sinal menor que 10% da escala. 30 kHz a 100 kHz: 0,003% do fundo de escala por kHz.

[4] O sinal de entrada tem que ser maior que 50 Vrms.

Tabela 4-3 Coeficiente de temperatura para tensão

		Freqüência (Hz)			
	Escala	**20 ~ 45**	**45 ~ 10k**	**10k ~ 30k**	**30k ~ 100k**
Coeficiente de temperatura	100,000 mVrms, 1,00000 V, 10,0000 V, 100,000 V, 250,000 V	0,02 + 0,02	0,02 + 0,02	0,05 + 0,02	0,1 + 0,02

Tabela 4-4 Precisão da corrente CA[1]

Função	Escala	ônus tensão/corrente de shunt	Precisão de entrada (% da leitura + % da escala) Freqüência (Hz)		
			20 ~ 45	**45 ~ 1k**	**1k ~ 10k**
Corrente[2]	10,0000 mA	<0,2 V, 10 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2
	100,000 mA	<0,2 V, 1 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2
	1,00000 A	<0,3 V; 0,1 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2
	2,0000 A	<0,8 V; 0,1 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2

[1] Na escala manual, o tempo de estabilização é de 2,6 segundos, enquanto na escala automática a precisão da primeira medição é < 1%.

[2] Entrada protegida por fusível de acionamento rápido de 2 A, 250 V acessível externamente.

Tabela 4-5 Coeficiente de temperatura para a corrente

		Freqüência (Hz)		
	Escala	**20 ~ 45**	**45 ~ 10k**	**10k ~ 30k**
Coeficiente de temperatura	10,0000 mA, 100,000 mA, 1,00000 A, 2,0000 A	0,02 + 0,02	0,02 + 0,02	0,02 + 0,02

Especificações de freqüência[1]

Tabela 4-6 Precisão de freqüência

Funções	Escala	Precisão (% da leitura + % da escala)	Freqüência de entrada mínima	Coeficiente de temperatura (%)
Freqüência	20 a 300 kHz	0,0200 + 0,003	1 Hz	0,005

Tabela 4-7 Sensibilidade da freqüência para tensão CA

Funções	Escala da entrada	Sensibilidade mínima (onda senoidal RMS) Freqüência (Hz)	
		20 ~ 100 k	**100 ~ 300 k**
Tensão CA	100 mV [2]	20 mV	20 mV
	1 V	100 mV	120 mV
	10 V	1 V	1,2 V
	100 V	10 V	20 V
	250 V	100 V	120 V

[1] A medição da freqüência só pode ser feita no modo de escala automática. As especificações são para meia hora de aquecimento usando um segundo de abertura. Método de medição usa técnica de contagem recíproca com entrada acoplada de CA em função de tensão CA. Tempo de abertura de 0,1 segundo ou de 1 segundo.

[2] Válido apenas para medição de onda quadrada.

Especificações de temperatura

Tabela 4-8 Precisão de temperatura

Função	Tipo de termistor	Escala	Precisão	Coeficiente de temperatura
Temperatura	Termistor de 5 kΩ	-80,0 °C a 150,0 °C -112 °F a 302 °F	Precisão da ponta de prova + 0,2%	0,002 °C

www.keysight.com

Fale conosco

Para solicitar serviços, garantia ou assistência técnica, entre em contato conosco pelos seguintes telefones:

Estados Unidos:
(tel) 800 829 4444 (fax) 800 829 4433
Canadá:
(tel) 877 894 4414 (fax) 800 746 4866
China:
(tel) 800 810 0189 (fax) 800 820 2816
Europa:
(tel) 31 20 547 2111
Japão:
(tel) (81) 426 56 7832(fax) (81) 426 56 7840
Coréia:
(tel) (080) 769 0800 (fax) (080) 769 0900
América Latina:
(tel) (305) 269 7500
Taiwan:
(tel) 0800 047 866 (fax) 0800 286 331
Outros países da região Ásia-Pacífico:
(tel) (65) 6375 8100 (fax) (65) 6755 0042

Ou visite o site da Keysight em:
www.keysight.com/find/assist

As especificações e descrições de produtos neste documento estão sujeitas a alterações sem aviso. Sempre procure no site da Keysight a última revisão.